

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-262959

(43) 公開日 平成10年(1998)10月6日

(51) Int. Cl.⁶
 A 6 1 B 6/00
 5/00
 G 0 3 B 42/02

識別記号
 3 9 0

F I
 A 6 1 B 6/00
 5/00
 3 9 0 A
 G
 D
 Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-75745
 (22) 出願日 平成9年(1997)3月27日

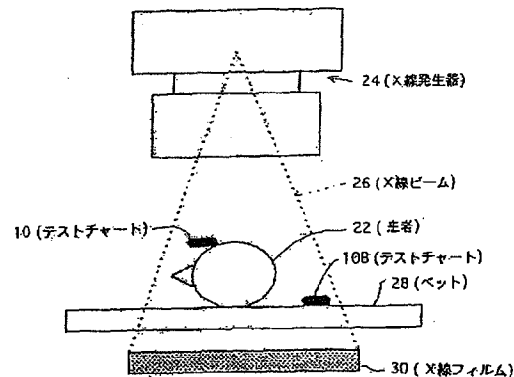
(71) 出願人 000002897
 大日本印刷株式会社
 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
 (72) 発明者 渡辺 正直
 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
 大日本印刷株式会社内
 (73) 発明者 松尾 清
 長野県松本市沢村一丁目14番29号
 (74) 代理人 弁理士 松山 圭祐 (外2名)

(54) 【発明の名称】 X線撮影画像のデジタルデータ補正、保存方法

(57) 【要約】

【課題】 X線撮影のデジタル画像のコントラスト、サイズを、複数の画像において統一する。

【解決手段】 複数の分割領域において異なるX線吸収係数を示すテストチャート10Bを、X線発生器24から発生するX線ビーム26の照射領域内であって、患者22にかぶらない位置に配置して、患者22と共にX線撮影し、X線フィルム30で得られたデジタル画像中のテストチャート10Bに対応するチャート画像の分割領域の濃度を読み取り、これらが参照標準値と一致するように画像を補正して、複数の画像において同一患部が同一の濃度で表示されるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 X線を吸収しない、又は、X線吸収係数が低いシート上に、X線吸収係数が高い金属を含み、そのX線吸収係数が所定規格となる膜厚で、且つ、大きさ及び撮影方向を特定できるパターン of X線吸収膜を形成し、このX線吸収膜を被って、被写体へのシート貼付用の粘着層を形成してなるX線撮影評価・補正用テストチャートを、前記粘着層により被写体及びX線照射領域内であって、被写体にかぶらない位置に貼着して、これらのテストチャートを被写体と共にX線撮影する過程と、撮影した画像をデジタルデータとして記憶装置に取り込む過程と、前記記憶装置に取り込まれたデジタルデータを、ディスプレイ上に表示する過程と、ディスプレイ上における前記被写体にかぶっていないテストチャートのチャート画像の濃度を読み取る過程と、読み取った濃度のデジタルデータを標準値に合わせるように補正する過程と、この補正值に基づき画像全体のデジタルデータを補正する過程と、補正したデジタルデータを前記記憶装置に保存する過程と、を有してなるX線撮影画像のデジタルデータ補正、保存方法。

【請求項2】 請求項1において、前記チャート画像の濃度の読み取りを白、黒、グレーの3色の色値を読み取るにより行い、これらのうち少なくとも白及び黒の色値の目標値を予め設定しておき、前記ディスプレイ上の画像から読み取った色値のデジタルデータと前記目標値とから補正值を算出することを特徴とするX線撮影画像のデジタルデータ補正、保存方法。

【請求項3】 請求項1において、ディスプレイ上における前記被写体に貼着したテストチャートのチャート画像の大きさのデジタルデータに基づくアウトプットの解像度と、該テストチャートの、前記と同一個所の寸法を前記記憶装置に登録したときのデジタルデータに基づくアウトプットの解像度とを一致させて、該テストチャート近傍における被写体の寸法のデジタルデータを補正する過程と、補正したデジタルデータを前記記憶装置に保存する過程と、を有してなるX線撮影画像のデジタルデータ補正、保存方法。

【請求項4】 請求項1、2又は3において、前記被写体を前記テストチャートと共に異なる角度で複数回X線撮影する過程と、各X線撮影による画像をデジタルデータとして記憶装置に取り込む過程と、これら異なる撮影角度の複数の画像のデジタルデータを、3次元グラフィックソフトで数式処理して、前記被写体の立体画像を得て、そのデジタルデータを前記記憶装置に記憶させる過程と、を有してなることを特徴とする

X線撮影画像のデジタルデータ補正、保存方法。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかにおいて、前記テストチャートにおけるX線吸収膜は、複数の領域に分割され、且つ、各分割領域における膜厚が異なるX線吸収係数となるようにされたことを特徴とするX線撮影画像のデジタルデータ補正、保存方法。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかにおいて、前記補正值を、前記補正したデジタルデータと独立して保存する過程を有してなり、次回以降の同一撮影条件の撮像時に、前記テストチャートの被写体への貼付過程、及び、テストチャートのチャート画像の濃度読み取り過程の省略可能としたことを特徴とするX線撮影画像のデジタルデータ補正、保存方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば医療の分野において、X線撮影された画像中に、被写体あるいはその近傍領域でテストチャートにより指標を残すと共に、該指標に基づいて、撮影画像のデジタルデータを濃度、寸法補正して撮影条件の異なる画像を統一して保存できるようにしたX線撮影画像の補正、保存方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の、この種のX線撮影評価・補正用テストチャートとしては、例えば特公昭62-53770号公報に開示されるように、X線透過性の良好な材質からなる基板に、形状がC字型又はO字型をなす金属箔性の複数のテストピースを配設し、このテストピースの外形寸法を所定方向に順次段階的に異ならせ、更に、この異なったそれぞれの外形寸法のものに対応して、その厚さを順次段階的に異ならせたものを前記所定方向とは別方向に、前記基板に配設してなるX線写真評価用テストチャートがある。前記テストピースの厚さの調整は、重ね合わせやエッチングで行い、これによりX線吸収係数を変化させている。

【0003】 又、例えば特開昭61-248665号公報や、特開平5-329141号公報に開示されるものがある。

【0004】 前者は、被写体をX線撮影する際に、写し込み装置によって、撮影年月日、被写体の氏名等に加えて、標準濃度チャートを写し込み、画像読取り後、そのチャートの情報に基づいてフィルムの特性曲線を算出するようにしたものである。

【0005】 又後者は、被写体とX線検出器との間に標準ファントムを配置し、X線検出器を走査して測定したX線透過画像を用いて計算した標準ファントムの測定値を用い、正しい計算ができるように補正を行うX線診断装置及び補正方法である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、医療分野にお

いては、X線撮影は、同一の患者について複数個所角度を変えたりしながら撮影することが多い。更には、同一の患者について、時間の経過に伴って複数回撮影することも多いが、その都度、X線管の印加電圧、電流、フィルムもメーカーによる特性の相違、更には同一メーカーのX線フィルムでも、製造ロットによって特性が異なることが多く、撮影された患者が同一人であっても、X線撮影画像は異なる濃度となってしまうことがある。

【0007】更には、X線管、患者、フィルムの三者の相対的距離を常に一定とすることは困難であるので、同一人の同一患部を撮影しても、その大きさが異なることもある。

【0008】これに対して、得られたX線撮影画像をコンピュータ処理して、その濃度、大きさを補正することが考えられるが、基準が不明確であるために補正が恣意的に行われ易く、濃度の評価や相対的な比較に正確さを欠くという問題点がある。

【0009】又、撮影したX線画像の分解能（解像力）についても、同一患者の同一患部についての複数のX線撮影画像において、統一しない場合は、画像から患部組織の状態を正確に把握することができないという問題点がある。

【0010】更に、上記従来のようなテストチャート、フィルム画像読取装置あるいはX線診断装置及び補正方法では、X線撮影下に、被写体の特定した位置を、患部近傍に指標として残すことが困難であり、又残したとしても、患部組織の異なる多岐のX線吸収特性に対応して、X線撮影画像を評価・補正し、これによってX線撮影画像から患部の位置と大きさを特定するということが困難であるという問題点があった。

【0011】この発明は、上記従来の問題点を解消すべくなされたものであって、X線撮影下に、被写体の特定した位置を、大きさ、及びX線吸収係数が規定されたテストチャートにより患部近傍に指標として残し、且つこの指標が、患部組織の異なる多岐のX線吸収特性に対応することができるようにできるようにし、これにより、複数のX線撮影画像における濃淡の程度（コントラスト）、表面の粗密状態（粒状性）、撮影方向、撮影個所の大きさ、厚さ、検出エレメントの感度特性、分解能（解像力）の補正・評価及び保存をする方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、請求項1記載のように、X線を吸収しない、又は、X線吸収係数が低いシート上に、X線吸収係数が高い金属を含み、そのX線吸収係数が所定規格となる膜厚で、且つ、大きさ及び撮影方向を特定できるパターン of のX線吸収膜を形成し、このX線吸収膜を被って、被写体へのシート貼付用の粘着層を形成してなるX線撮影評価・補正用テストチャートを、前記粘着層により被写体及びX線照射領域内であ

って、被写体にかぶらない位置に貼着して、これらのテストチャートを被写体と共にX線撮影する過程と、撮影した画像をデジタルデータとして記憶装置に取り込む過程と、前記記憶装置に取り込まれたデジタルデータを、ディスプレイ上に表示する過程と、ディスプレイ上における前記被写体にかぶっていないテストチャートのチャート画像の濃度を読み取る過程と、読み取った濃度のデジタルデータを標準値に合わせるように補正する過程と、この補正值に基づき画像全体のデジタルデータを補正する過程と、補正したデジタルデータを前記記憶装置に保存する過程と、を有してなるX線撮影画像のデジタルデータ補正、保存方法により、上記目的を達成するものである。

【0013】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記チャート画像の濃度の読み取りを、白、黒、グレーの3色の色値を読み取ることににより行い、これらのうち少なくとも白及び黒の色値の目標値を予め設定しておき、前記ディスプレイ上の画像から読み取った色値のデジタルデータと前記目標値とから補正值を算出するものである。

【0014】請求項3の発明は、請求項1の発明において、ディスプレイ上における前記被写体に貼着したテストチャートのチャート画像の大きさのデジタルデータに基づくアウトプットの解像度と、該テストチャートの、前記と同一個所の寸法を前記記憶装置に登録したときのデジタルデータに基づくアウトプットの解像度とを一致させて、該テストチャート近傍における被写体の寸法のデジタルデータを補正する過程と、補正したデジタルデータを前記記憶装置に保存する過程と、を含んで構成したものである。

【0015】請求項4の発明は、請求項1、2又は3の発明において、前記被写体を前記テストチャートと共に異なる角度で複数回X線撮影する過程と、各X線撮影による画像をデジタルデータとして記憶装置に取り込む過程と、これら異なる撮影角度の複数の画像のデジタルデータを、3次元グラフィックソフトで数式処理して、前記被写体の立体画像を得て、そのデジタルデータを前記記憶装置に記憶させる過程と、を含んで構成したものである。

【0016】請求項5の発明は、請求項1乃至4のいずれかの発明において、前記テストチャートにおけるX線吸収膜をリング状に形成し、該リングは円周方向に複数の領域に分割され、且つ、各領域毎に異なる膜厚としたものである。

【0017】請求項6の発明は、請求項1乃至5のいずれかの発明において、前記補正值を、前記補正したデジタルデータと独立して保存する過程を設けてなり、次回以降の同一撮影条件の撮像時に、前記テストチャートの被写体への貼付過程、及び、テストチャートのチャート画像の濃度読み取り過程の省略可能としたものである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態の例を図面を参照して詳細に説明する。

【0019】本発明方法に用いるX線撮影評価・補正用のテストチャート10は、図1及び図2に示されるように、X線を吸収しない、又はX線吸収係数が低い、例えば透明易接着PETフィルム12を基板用シートとして、その処理面にX線吸収係数が高い金属を含み、そのX線吸収係数が所定規格となる膜厚で、且つ大きさ及び撮影方向が特定されるパターン14のX線吸収膜14を形成し、更にその外側に被写体（例えば人体）の表皮に粘着できるようにするための粘着層16を形成し、更にこの粘着層16を離型紙18によって被ったものである。

【0020】前記X線吸収膜14は、その平面形状がリング状とされ、中心角が90°の4つの分割領域20A～20Dに区画されている。

【0021】これら分割領域20A～20Dは、この順で膜厚が段階的に厚くなるようにされて、これにより、X線吸収係数が段階的に4階調となるようにされている。

【0022】又、リング状のX線吸収膜14の内側には、粘着層16及びPETフィルム12からなる小円形

の透過領域20Eが形成され、これによって、テストチャート10は、全体として5階調のX線吸収係数の領域から構成されている。

【0023】前記X線吸収膜14に含まれるX線吸収係数が高い金属は、鉛、ビスマス、バリウム、これらの化合物あるいはこれらの混合物であって、いずれも粉末状のものを、バインダーに混ぜてX線遮断インキとして、PETフィルム12上にパターン印刷する。

【0024】あるいは、前記金属粉末を、光硬化性樹脂からなるバインダーに混合してX線遮断インキとし、パターン印刷後に硬化用光源から光を照射して、該パターンを硬化させることにより形成する。

【0025】前記バインダーとしては、アクリル系、ウレタン系、塩化酢酸ビニール系、ポリエステル系のうち、少なくとも1つの樹脂から構成する。又、バインダーとしての光硬化性樹脂は、例えば紫外線硬化されるウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレートあるいはこれらの混合物とする。

【0026】上記のような金属粉末、バインダー、溶剤、P/V比は、例えば次の表1のようにする。

【0027】

【表1】

	X線遮断インキ			
	①	②	③	④
硫酸バリウム	40	40	56	50
塩化ビニルポリマー	8			
アクリル	10			
メラミン-エポキシ		15		
ポリエステル-ウレタン			20	
ウレタンアクリレート				25
ポリエステルアクリレート				20
ケトン系溶剤	41	44	23	
増感剤				4
シリコン	1	1	1	1
P/V比	2.2	2.7	2.8	1.0

【0028】次に、上記テストチャート10の製造方法について説明する。

【0029】まず、スクリーン印刷用インキSSから表1に示されるような、X線遮断インキ①～③を、3本ロールで混練形成する。

【0030】次に、図3に示されるパターンP1で、レジスト厚100μmに構成したシルクスクリーン版（テトロン150メッシュ、株式会社ミノグループ製）で、厚さが100μmの透明易接着PETフィルム（東レ株式会社製）の処理面に、110μmの塗膜厚に印刷する。図3の符号h1は、空白（孔）となる部分を示す。

【0031】膜厚及び塗膜状態は、レーザフォーカス変位計（株式会社キーエンス製）と、デジマチックインジ

ケータ（ミツトヨ株式会社製）で確認の上、オーブンで100℃、1時間乾燥し、90～100μmの膜厚のパターンを得る。

【0032】次に、このパターンP1上に図4に示されるパターンP2を前記と同様の手順で重ねて印刷・乾燥する。更に同様に、図5及び図6に示されるパターンP3、P4を、前記パターンP1、P2に順次重ねて印刷・乾燥する。なお、図4～6において符号h2～h4はいずれも空白（孔）を示す。

【0033】次に、これらパターンP1～P4によって形成されたX線吸収膜14に、両面テープをラミネーションパッカーで貼り合わせ、これによって粘着層16及び離型紙18の層を形成し、最後に、図7に示されるパ

ターンP5で抜き加工して、図8（PETフィルム12を除いた状態）、図9に示されるパターンのチャートシールSを得る。

【0034】このチャートシールSには、共通の離型紙18上に粘着層16によって貼り付けられている複数のテストチャート10が形成されていることになる。

【0035】表1の④に示される、UV硬化型樹脂からなるバインダーを用いたインキによりテストチャートを印刷する場合は、表1④の組成でUVスクリーンX線遮断インキを混練し、前記第1の実施の形態の例と同条件でパターンP1～パターンP4を重ねて印刷し、且つ各パターン印刷毎に120Wメタルハライドランプによって紫外線を照射して硬化させ、最終的に図8及び図9に示されると同様のパターンのチャートシールSを得る。

【0036】上記テストチャート10を、図10に示されるように、鼻骨折の患者（被写体）22の鼻頭頂部にX線発生器24と平行に添着し、又、X線発生器24からのX線ビーム26の照射領域内で患者22にかぶらない位置のベッド28上にもテストチャート10Bを添着した。図10の符号30はX線フィルムを示す。

【0037】上記のような条件でX線撮影し、現像した結果、図11に示されるようになり、X線フィルム30を2波長スキャニングデンシトメータ32及びレーザスキャナ34（図12参照）で測定し、コンピュータ50における記憶装置51の、元画像データ領域51Aにデジタル画像データとして保管した。ここで、現像したX線フィルム30からは、前記テストチャート10における分割領域20A～20Dの各濃度段階を読み取ることができた。

【0038】又、図13に示されるように、ベッド28を水平面から角度 θ だけ傾けて前記と同一条件で、テストチャート10、10Bと共に患者22をX線撮影して、X線フィルム30を現像した結果、図14に示されるようになった。

【0039】この図14の現像されたX線フィルム30の画像も、前述と同様に、2波長スキャニングデンシトメータ32及びレーザスキャナ34によって測定し、そのデジタル画像データを、前記記憶装置51における元画像データ領域51Aに保存する。

【0040】なお、図11及び図14において、患者22及びテストチャート10、10Bの画像の周囲の白抜き部分は、実際は最も黒化している部分である。

【0041】次に、前記元画像データ領域51Aに保存されたX線撮影画像のデジタルデータに基づいて、画像の濃淡の程度（コントラスト）、分解能（解像力）とを補正し、同一基準にてデジタル保存する過程について説明する。

【0042】まず、記憶装置51に取り込まれているデジタルデータをディスプレイ52上に表示し、該ディスプレイ52上の、前記テストチャート10Bのチャート

画像11Bにおける、最もX線吸収係数の大きい前記分割領域20Dに対応する部分を「白」として、その色値を例えばポインティングデバイス54で指示して、コンピュータ50におけるチャート値読取部55に取り込む。

【0043】同様に、チャート画像11Bにおける中心の透過領域20E（X線を吸収しないか、又はほとんど吸収しない領域）に対応する部分を「黒」としてポインティングデバイス54により色値を読み取り、チャート値読取部55に取り込み、更に、チャート画像11Bにおける、分割領域20Bに対応する部分を「グレー」として、ポインティングデバイス54によりその色値を読み取り、チャート値読取部55に取り込む。

【0044】これら読み取ったテストチャート10Bの色値のデジタルデータと、目標値設定部62によって、予め設定され、且つ補正カーブ作成部56に入力されている各色毎の目標値とにより、補正カーブ作成部56において、これら目標値又は設定値と読み取った色値とを比較することにより、各色毎の補正値が算出される。

【0045】この算出された補正値により、前記記憶装置51の元画像データ領域51Aに取り込まれているデジタルデータを、例えば画像データ変換部58により補正して、記憶装置51の補正画像データ領域51Bに取り込み、保存する。

【0046】図12の符号60は画像補正部全体、64は3次元画像作成部、68は補正パラメータ保存部、51Cは記憶装置51における3D画像データ領域をそれぞれ示す。

【0047】前記目標値又は設定値は、テストチャート10における各分割領域20A～20DにおけるX線吸収膜20及び透過領域20Eによる、既知のX線吸収係数に基づいて設定する。

【0048】前記補正カーブ作成部56においては、図15に示されるように、補正値を縦軸、読取値を横軸とする2次元のグラフにおける補正カーブを作成し、この補正カーブに基づいて前記取り込まれたデジタルデータを補正するものである。

【0049】具体的には、図15に示されるように、ステップ101で被写体である患者22及びベッド28にテストチャート10、10Bを貼り、ステップ102において被写体をテストチャート10、10Bと共に撮影し、ステップ103において撮影した画像をデジタル化して記憶し、ステップ104において記憶した画像をディスプレイ52上に表示し、ステップ105においてポインティングデバイス54により、該ディスプレイ52上のチャート画像11Bにおける白、黒及びグレーの各区画の色値を読み取る。

【0050】次に、この読み取ったデジタルデータと、前記テストチャート10Bにおける白、黒、グレーの予め設定されている目標値のデジタルデータとにより、補

正カーブ作成部56において、図16に示されるように、補正値を縦軸、読み取り値を横軸とする2次元のグラフにおける補正カーブを形成し（ステップ106参照）、この補正カーブによる補正パラメーターを、補正パラメーター保存部68に保存する（ステップ106A参照）と共に、補正カーブに基づいて前記取り込まれたデジタルデータを補正し（ステップ107参照）、ステップ108において補正されたデジタルデータを保存する。前記パラメーター保存部68に保存された補正データは次回以降の同一条件での撮影の際に利用される。この場合、テストチャートの被写体への貼付けが不要となる。

【0051】上記の過程を更に詳細に説明すると、図12に示される、目標値設定部62により補正カーブ作成部56に予め白、黒、グレーの目標値 O_H 、 O_L 、 O_M を設定しておき、ディスプレイ52上に画像を開いた後、前述のように、チャート画像11B中の白、黒及びグレーの領域でのRGB値 $I_H(R)$ 、 $I_H(G)$ 、 $I_H(B)$ 、 $I_L(R)$ 、 $I_L(G)$ 、 $I_L(B)$ 、 $I_M(R)$ 、 $I_M(G)$ 、 $I_M(B)$ をそれぞれ読み取り、前記2次元グラフの点 $(0, 0) - (I_L, O_L) - (I_M, O_M) - (I_H, O_H) - (255, 255)$ を通る補正曲線を形成し、この補正曲線に基づいて、既に取り込まれているRGB各デジタルデータを変換し、このデジタルデータを記憶装置51に保存する。

【0052】例えば、透過領域、分割領域（以下領域）のRGB値（入力値）が、
白： $I_H(R) = 208$ ， $I_H(G) = 188$ ， $I_H(B) = 217$
黒： $I_H(R) = 29$ ， $I_H(G) = 16$ ， $I_H(B) = 19$
グレー： $I_H(R) = 126$ ， $I_H(G) = 90$ ， $I_H(B) = 138$

目標とするRGB値（目標値）が、
白： $O_H(R) = O_H(G) = O_H(B) = 228$
黒： $O_L(R) = O_L(G) = O_L(B) = 35$
グレー： $O_M(R) = O_M(G) = O_M(B) = 114$

の場合、補正カーブは、
Rデータ： $(0, 0) - (29, 35) - (126, 114) - (208, 228) - (255, 255)$
Gデータ： $(0, 0) - (16, 35) - (90, 114) - (188, 228) - (255, 255)$
Bデータ： $(0, 0) - (19, 35) - (138, 114) - (217, 228) - (255, 255)$
となる（図16参照）。

【0053】前記図15に示されるフローチャート1の補正方法の例を補正アルゴリズム1とすると、この補正アルゴリズム1では、白、黒及びグレーの各領域の読み取りデジタルデータを同時に補正変換しているので、白、黒、グレー毎に順次補正した場合のように、先に行った補正の結果が、後に行う補正によって影響を受けるといふ欠点がないので理想的である。

【0054】但し、コンピュータの構成あるいはソフトウェアの仕様等によって、アルゴリズム1の補正方法をとることが困難な場合、次の補正アルゴリズム2～4のような補正方法をとってもよい。

【0055】これらアルゴリズム2、3及び4は、図17に示されるフローチャートの手順で取込まれたデジタルデータを補正するものである。

【0056】まず、補正アルゴリズム2を図17を参照して説明する。

【0057】予め、白、黒、グレーの目標値 O_H 、 O_L 、 O_M を設定しておき、ステップ201で画像を表示し、ステップ2でチャート画像11B中の白領域のRGB値 $I_H(R)$ 、 $I_H(G)$ 、 $I_H(B)$ を読み取り、ステップ203で補正アルゴリズム $(0, 0) - (I_H, O_H) - (255, 255)$ を通るハイライト補正カーブを作成し（図18参照）、次にこのハイライト補正カーブにより、ステップ204においてハイライト補正するようにRGB各データを変換し、次にステップ205において画像中の黒領域のRGB値 $I_L(R)$ 、 $I_L(G)$ 、 $I_L(B)$ を読み取り、ステップ206において $(0, 0) - (I_L, O_L) - (255, 255)$ を通るシャドウ補正カーブを作成し、ステップ207においてシャドウ補正するようにRGB各データを変換する。

【0058】次に画像中のグレー領域のRGB値 $I_M(R)$ 、 $I_M(G)$ 、 $I_M(B)$ を読み取り、ステップ209において $(0, 0) - (I_M, O_M) - (255, 255)$ を通るグレー補正カーブを作成しこれに基づき、グレー補正するようにRGB各データを変換して、ステップ211で画像（デジタルデータ）を保存する。

【0059】例えば、チャートのRGB値（入力値）が、
白： $I_H(R) = 208$ ， $I_H(G) = 188$ ， $I_H(B) = 217$
黒： $I_H(R) = 29$ ， $I_H(G) = 16$ ， $I_H(B) = 19$
グレー： $I_H(R) = 126$ ， $I_H(G) = 90$ ， $I_H(B) = 138$

目標とするRGB値（目標値）が、
白： $O_H(R) = O_H(G) = O_H(B) = 228$
黒： $O_L(R) = O_L(G) = O_L(B) = 35$
グレー： $O_M(R) = O_M(G) = O_M(B) = 114$

の場合、ハイライト補正カーブは、
Rデータ： $(0, 0) - (208, 228) - (255, 255)$
Gデータ： $(0, 0) - (188, 228) - (255, 255)$
Bデータ： $(0, 0) - (217, 228) - (255, 255)$

シャドウ補正カーブは、
Rデータ： $(0, 0) - (29, 35) - (255, 255)$
Gデータ： $(0, 0) - (16, 35) - (255, 255)$
Bデータ： $(0, 0) - (19, 35) - (255, 255)$
グレー補正カーブは、
Rデータ： $(0, 0) - (126, 114) - (255, 255)$
Gデータ： $(0, 0) - (90, 114) - (255, 255)$

Bデータ: (0, 0) - (138, 114) - (255, 255)
となる (図18~20参照)。

【0060】補正アルゴリズム3は、前記ステップ209及び210において補正アルゴリズム2と異なる。補正アルゴリズム3におけるステップ209は、読取ったグレー領域のRGB値 $I_M(R)$ 、 $I_M(G)$ 、 $I_M(B)$ の平均値 $Ave(I_M)$ を計算して、(0, 0) - I_M 、 $Ave(I_M)$ - (255, 255) を通るグレー補正カーブを作成し、ステップ210でこの補正カーブに基づいてRGB各デジタルデータを変換し、ステップ211で変換された画像のデジタルデータを保存するものである。

【0061】チャートのRGB値(入力値)が、
白: $I_H(R) = 208$, $I_H(G) = 188$, $I_H(B) = 217$
黒: $I_H(R) = 29$, $I_H(G) = 16$, $I_H(B) = 19$
グレー: $I_H(R) = 126$, $I_H(G) = 90$, $I_H(B) = 138$

目標とするRGB値(目標値)が、

白: $O_H(R) = O_H(G) = O_H(B) = 228$

黒: $O_L(R) = O_L(G) = O_L(B) = 35$

の場合、ハイライト補正カーブは、

Rデータ: (0, 0) - (208, 228) - (255, 255)

Gデータ: (0, 0) - (188, 228) - (255, 255)

Bデータ: (0, 0) - (217, 228) - (255, 255)

シャドウ補正カーブは、

Rデータ: (0, 0) - (29, 35) - (255, 255)

Gデータ: (0, 0) - (16, 35) - (255, 255)

Bデータ: (0, 0) - (19, 35) - (255, 255)

グレー補正カーブは、

Rデータ: (0, 0) - (126, 118) - (255, 255)

Gデータ: (0, 0) - (90, 118) - (255, 255)

Bデータ: (0, 0) - (138, 118) - (255, 255)

となる (図18~20参照)。

【0062】次に、補正アルゴリズム4について説明する。

【0063】この補正アルゴリズムは、前記補正アルゴリズム2と、ステップ201~208が同一であり、ステップ209では、次式によって O'_M を算出する。

【0064】

$$O'_M(R) = \Sigma I_M * (O_M(R) / \Sigma O_M)$$

$$O'_M(G) = \Sigma I_M * (O_M(G) / \Sigma O_M)$$

$$O'_M(B) = \Sigma I_M * (O_M(B) / \Sigma O_M)$$

更に算出した O'_M に基づいて、(0, 0) - (I_M , O'_M) - (255, 255) を通るグレー補正カーブを作成し、ステップ210において、前記グレー補正カーブに基づいてRGB各デジタルデータを変換して、ステップ211において変換された画像のデジタルデータを保存するものである。

【0065】更に同様に、チャートのRGB値(入力値)が、

白: $I_H(R) = 208$, $I_H(G) = 188$, $I_H(B) = 217$

黒: $I_H(R) = 29$, $I_H(G) = 16$, $I_H(B) = 19$

グレー: $I_H(R) = 126$, $I_H(G) = 90$, $I_H(B) = 138$

目標とするRGB値(目標値)が、

白: $O_H(R) = O_H(G) = O_H(B) = 228$

黒: $O_L(R) = O_L(G) = O_L(B) = 35$

グレー: $O_H(R) = O_H(G) = O_H(B) = 114$

の場合、ハイライト補正カーブは、

Rデータ: (0, 0) - (208, 228) - (255, 255)

Gデータ: (0, 0) - (188, 228) - (255, 255)

Bデータ: (0, 0) - (217, 228) - (255, 255)

シャドウ補正カーブは、

Rデータ: (0, 0) - (29, 35) - (255, 255)

Gデータ: (0, 0) - (16, 35) - (255, 255)

Bデータ: (0, 0) - (19, 35) - (255, 255)

グレー補正カーブは、

Rデータ: (0, 0) - (126, 118) - (255, 255)

Gデータ: (0, 0) - (90, 118) - (255, 255)

Bデータ: (0, 0) - (138, 118) - (255, 255)

と同じ結果となる (図18~20参照)。

【0066】前記補正アルゴリズム2、3及び4は、白、黒、グレーの順で、即ちハイライト補正、シャドウ補正、グレー補正を独立で行うために、先の補正の結果が後の補正によって影響を受ける場合があるが、実際上大きな不都合はない。

【0067】又、上記の如く、補正アルゴリズム2、3、4において、補正をハイライト(白)、シャドウ(黒)、グレーの順にすると、白は後の黒、グレーの補正によって変化する可能性があるが、見た目の変化が少ないので、最も良好な補正結果が得られた。

【0068】上記補正アルゴリズム1~4では、画像データとしてRGBデータを例としてあげているが、これはCMYデータでもよい。

【0069】次に、 $L^* a^* b^*$ や $L^* u^* v^*$ 、YIQ等、明度(輝度)と色差が分離した表色系の画像データに対する補正アルゴリズム5を、 $L^* a^* b^*$ データを例に、図21のフローチャートを参照して説明する。

【0070】予め、白、黒、グレーの目標 O_H 、 O_L 、 O_M を設定しておき、ステップ301で画像を表示し、ステップ302でチャート画像11B中の白、黒領域の L^* 値 $I_H(L)$ 、 $I_L(L)$ 及びグレー領域の $L^* a^* b^*$ 値 $I_M(L)$ 、 $I_M(a)$ 、 $I_M(b)$ をそれぞれ読み取り、ステップ303で (0, 0) - ($I_L(L)$, $O_L(L)$) - ($I_M(L)$, $O_M(L)$) - ($I_H(L)$, $O_H(L)$) - (100, 100) を通る L^* 補正カーブを作成し、ステップ304でこの補正カーブに基づいて、既に取り込まれている L^* データを変換し、ステップ305で補正值 $\Delta M(a)$ 、 $\Delta M(b)$ を次式によって算出する。

【0071】 $\Delta M(a) = O_M(a) - I_M(a)$

$\Delta M(b) = O_M(b) - I_M(b)$

そして、ステップ306で既に取り込まれている a^* 及び b^* データに前記補正值 $\Delta M(a)$ 、 $\Delta M(b)$ をそれぞれ加算し、ステップ307で変換された画像のデジタルデータを保存するものである。

【0072】例えば、チャートの $L^* a^* b^*$ 値（入力値）が、

白： $I_H(L) = 84$

黒： $I_L(L) = 12$

グレー： $I_M(L) = 55$ 、 $I_M(a) = 24$ 、 $I_M(b) = -19$

目標とする $L^* a^* b^*$ 値（目標値）が、

白： $O_H(L) = 93$

黒： $O_L(L) = 22$

グレー： $O_M(L) = 58$ 、 $O_M(a) = 0$ 、 $O_M(b) = 0$ の場合、 L^* 補正カーブは、

$(0, 0) - (12, 22) - (55, 58) - (84, 93) - (100, 100)$

となり（図22参照）、補正值 $\Delta M(a)$ 、 $\Delta M(b)$ は、 $\Delta M(a) = 0 - 24 = -24$

$\Delta M(b) = 0 - (-19) = 19$

となる。

【0073】上記補正アルゴリズム5では、画像データとして $L^* a^* b^*$ を例としてあげているが、これは $L^* u^* v^*$ や YIQ 等、明度（輝度）と色差が分離した表色系の画像データでもよい。

【0074】又、前記補正方法では、ディスプレイ上に表示された画像毎に補正カーブを作成して色値を補正するようにしているが、撮影条件が同一の複数の画像の場合は、同一の補正カーブを利用することができる。

【0075】従って、この場合、初回の補正操作のとき作成し、保存した補正カーブを利用することにより、図15、図17及び図21のフローチャートにおける補正カーブ作成のステップを省略して、補正作業を短縮化することができる。

【0076】次に、画像サイズを補正し、且つ解像度を調整する過程について説明する。

【0077】図23に示されるように、ステップ401で、前記元画像データ51A又は補正画像データ領域51Bの画像データにより、画像をディスプレイ52上に表示して、ステップ402において、ディスプレイ52上の画像におけるチャート画像11Aの最も大きい直径部分に直線を引く。

【0078】次に、ステップ403において、その直線上でのチャート画像11Aの距離Dを測定、記憶し、ステップ404において、この記憶した距離Dと実際のテストチャート10の直径dとを比較して、 d/D を、演算部66において演算し、ステップ405において、記憶する。

【0079】この D/d は、患者22の患部近くにおける水平方向の画像上の寸法と実際の寸法との比であるので、テストチャート10近傍の患部の実寸は、画像上の寸法に D/d の逆数をかけることによって求めることができる。

【0080】又、複数の画像において、この D/d の数値を統一すれば、異なる条件で撮影された画像データも同一の縮尺で比較することができる。

【0081】上記演算の結果の D/d に基づいて、ステップ406において、画像データ変換部58にて画像サイズ補正を行い、補正された画像データは、前記計算値 D/d と共に、記憶装置51の補正画像データ領域51Bに取り込まれる。

【0082】次に、ステップ408において、予め演算部66に入力されている解像度データを、前記画像サイズ補正に伴って、演算部66により演算して、解像度を複数の画像データにおいて同一となるように調整する。

【0083】即ち、（補正前の解像度） \times （チャート画像11A上で測定した直径の距離D）/（サイズ補正後の前記直径部分の長さ D_1 ）＝補正後の解像度とする。

【0084】具体的には、補正前の画像の解像度＝72 pixels/inchとすると、チャート画像上の直径 $D = 7.48$ cmのとき、サイズ補正後のチャート画像の直径 $D_1 = 4$ cmにしたい場合は、 $72 \times 7.48 / 4 = 134.64$ に変更する。

【0085】この解像度を、前記画像データ変換部58を介して、補正画像データ領域51Bにある前記サイズ補正された画像データと共に取り込んでおけば、所定の寸法に画像を表示する際に、その補正値に応じて、解像度を自動的に変更することができる（ステップ409参照）。

【0086】又、ステップ410に示されるように、前記解像度の補正の際における補正パラメーターを前記補正パラメーター保存部68に独立して保存しておけば、次回以降の同一条件での撮影の際に、テストチャートを被写体に貼る過程、及びその画像データの読み取りが不要となる。

【0087】次に、複数のX線撮影画像から、3次元画像を作成する場合について説明する。

【0088】図24に示されるように、ステップ501において、補正画像データ領域51Bからサイズ補正された画像データを読み出し、ディスプレイ52に表示する。

【0089】ステップ502においてディスプレイ52での画像中におけるチャート画像11の短径方向に直線を引き、ステップ503で、その直線上の短径の大きさYを計測して記憶する、実物のテストチャート10の大きさをd、画像上でのチャート画像11の中心から、患部までの距離をZとすると、実際の患者22の患部とテストチャート10の中央部からの深さ方向の距離は、Z

$\times d/Y \tan \theta$ となるので、演算部66でこれを計算する(ステップ504)。

【0090】従って、図10における、ベッド28を傾けない状態での患者22の患部とテストチャート10の上下方向の距離が判明することになる。

【0091】このようにして得られた患部の高さ方向の距離(深さ方向の距離)と、水平方向の距離とが判明することによって、コンピュータ50における3次元画像作成部64において、3Dグラフィックソフト上で数式処理(ステップ505)、オブジェクト表現すると、簡易に3D画像としてディスプレイ52やプリンタ(図示省略)に表示することができた(ステップ506)。この3D画像は、3Dグラフィックソフト上で簡単に回転等ができるので、患部を特定することも可能である。

【0092】なお、上記実施の形態の例は、いずれも金属微粉末を含むインキにより、パターンを印刷してテストチャートを形成したものであるが、本発明はこれに限定されるものでなく、X線吸収係数が段階的に異なるように膜厚を調整したテストチャートであればよい。

【0093】従って、例えば、X線吸収係数が高い金属板上にフォトレジストを、撮影方向及び大きさの特定ができるパターン状に微細印刷し、該パターンを、エッチング液の腐食強度、エッチング時間、及び回数で制御して、パターンにおける分割領域のX線吸収係数が段階的に異なるようにしてもよい。

【0094】

【発明の効果】本発明は上記のように構成したので、X線撮影時に、被写体と同一画面に、撮影中・撮影後の大きさ、方向及びX線吸収段階の特定ができるので、正確なX線撮影画像の補正をすることができ、又、複数のX線撮影画像データにおいて、濃淡の程度や、サイズを統一して保存、表示することができるという優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施に用いるX線撮影画像の補正用テストチャートの例を示す平面図

【図2】図1のII-II線に沿う拡大断面図

【図3】テストチャートを重ね印刷する場合のパターンを示す平面図

【図4】テストチャートを重ね印刷する場合のパターンを示す平面図

【図5】テストチャートを重ね印刷する場合のパターンを示す平面図

【図6】テストチャートを重ね印刷する場合のパターンを示す平面図

【図7】テストチャート形成過程で用いる抜き型を示す平面図

【図8】完成したチャートシールを示す平面図

【図9】同側面図

【図10】上記テストチャートを用いて患者をX線撮影

する形態を示す略示正面図

【図11】同患者をX線撮影した現像フィルムを示す平面図

【図12】本発明方法を実施するためのシステムを示すブロック図

【図13】患者のベッドを傾けてX線撮影する形態を示す略示正面図

【図14】同患者をX線撮影した現像フィルムを示す平面図

【図15】本発明の画像を補正する手順を示すフローチャート

【図16】図15のフローチャートで示された補正アルゴリズムによって作成されたRGB補正カーブを示す線図

【図17】本発明に係る補正方法の他の補正アルゴリズムを示すフローチャート

【図18】図17に示されるフローチャートのアルゴリズムによって作成されたハイライト補正カーブを示す線図

【図19】同シャドウ補正カーブを示す線図

【図20】同グレー補正カーブを示す線図

【図21】本発明に係る補正方法の更に他の補正アルゴリズムを示すフローチャート

【図22】図21に示されるフローチャートのアルゴリズムによって作成された補正カーブを示す線図

【図23】本発明方法により、X線撮影デジタル画像のサイズを補正する手順を示すフローチャート

【図24】本発明方法により、3次元立体画像を作成する手順を示すフローチャート

【符号の説明】

10、10B…テストチャート

11、11B…チャートパターン

12…PETフィルム

14…X線吸収膜

16…粘着層

18…離型紙

20A～20D…分割領域

20E…透過領域

22…患者

22A…頭部

24…X線発生器

26…X線ビーム

28…ベッド

30…X線フィルム

P1～P4…パターン

50…コンピュータ

51…記憶装置

52…ディスプレイ

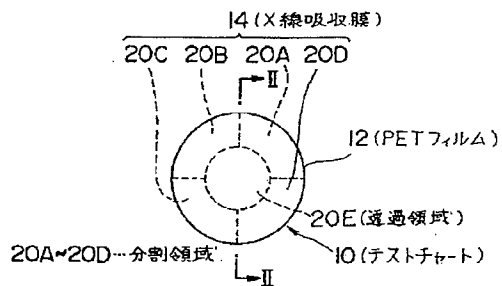
54…ポインティングデバイス

56…補正カーブ作成部

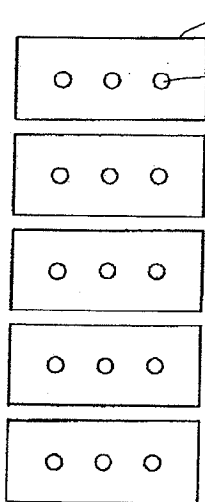
5 8…画像データ変換部
6 4…三次元画像作成部

6 6…演算部

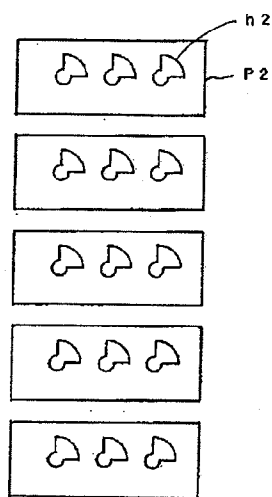
【図 1】



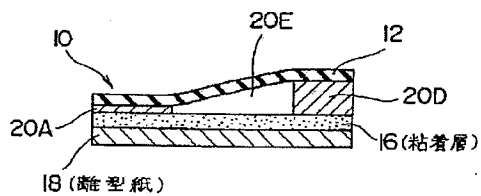
【図 3】



【図 4】

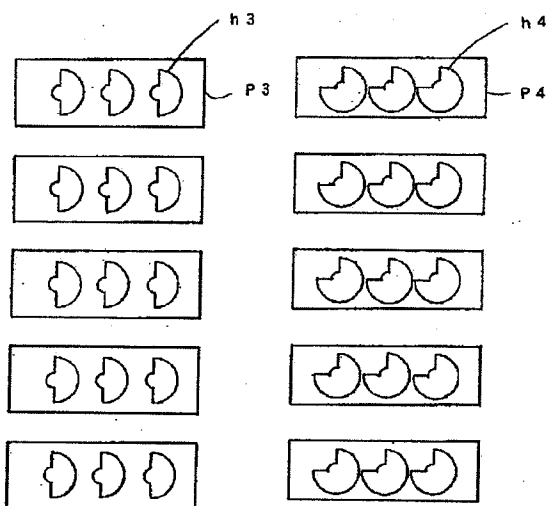


【図 2】



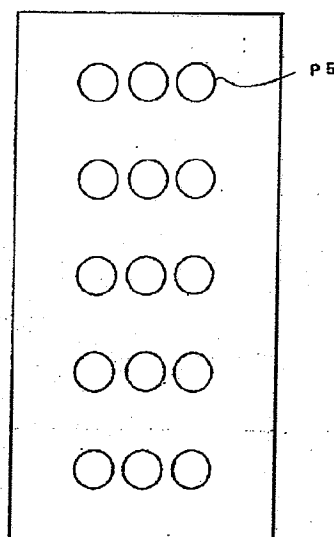
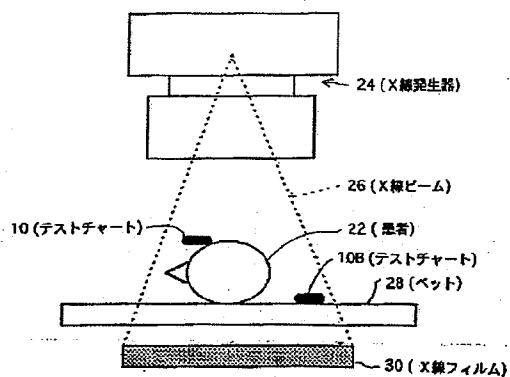
【図 5】

【図 6】

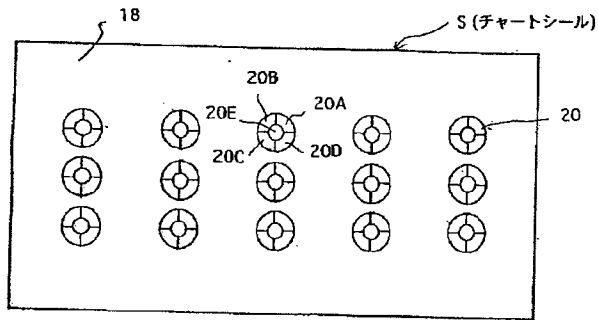


【図 7】

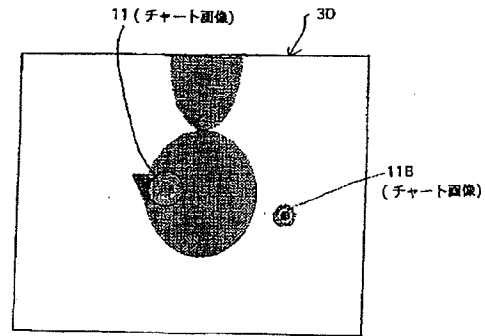
【図 10】



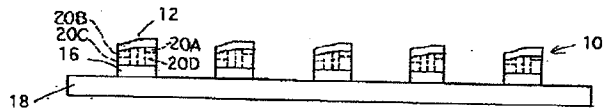
【図 8】



【図 11】

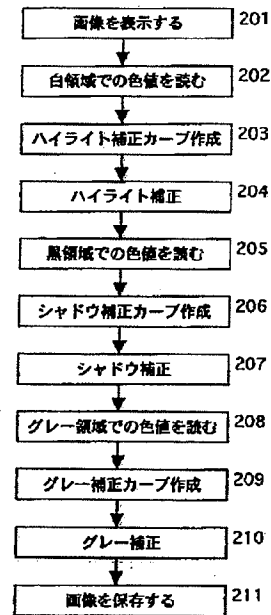
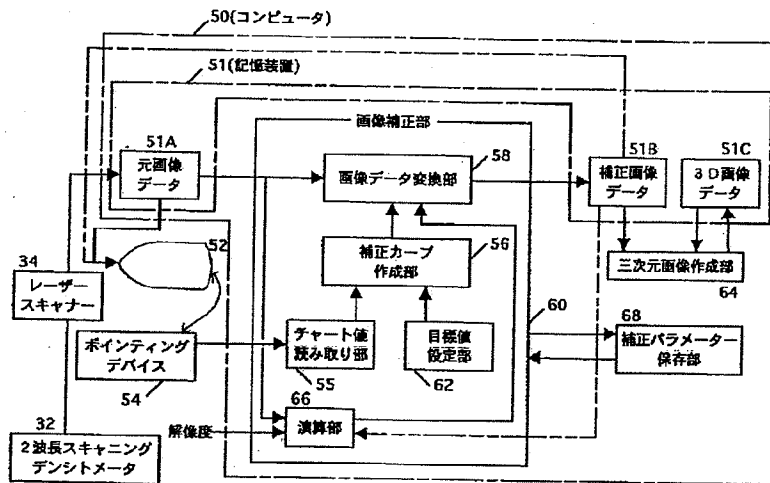


【図 9】

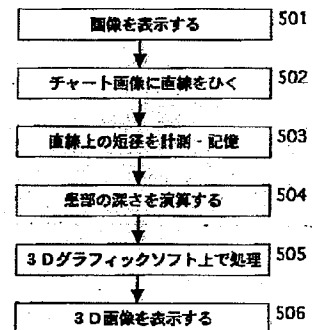


【図 17】

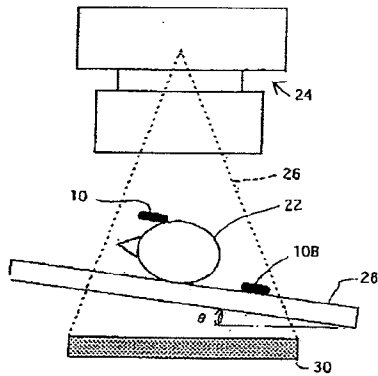
【図 12】



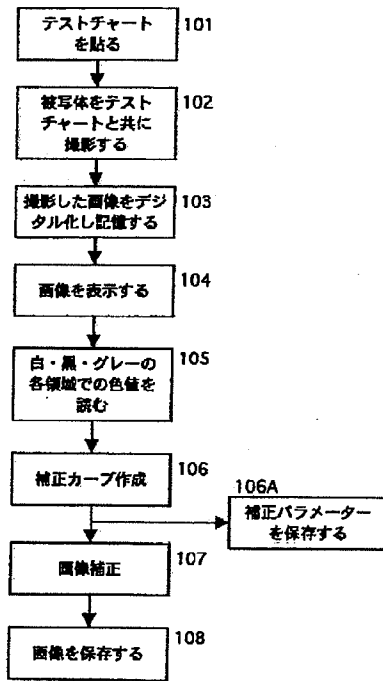
【図 24】



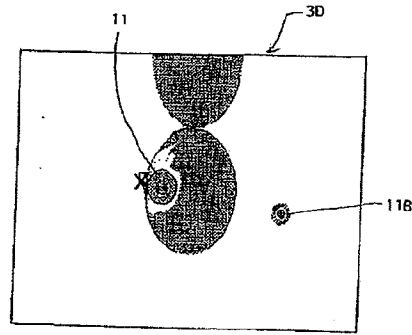
【図13】



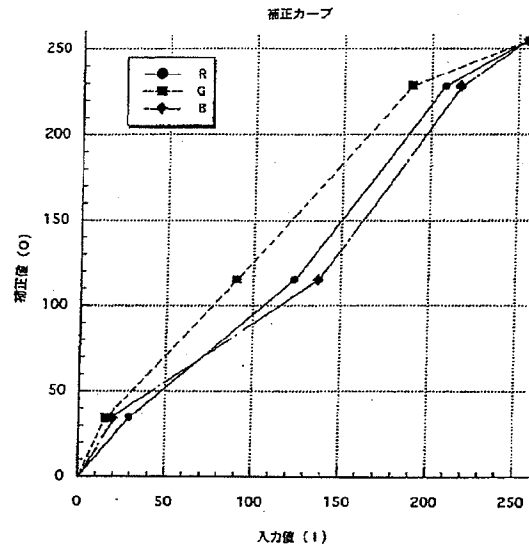
【図15】



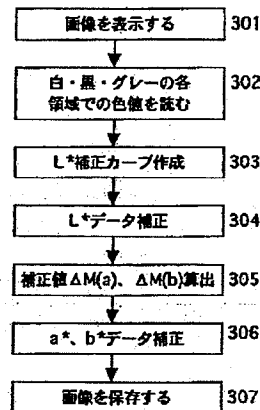
【図14】



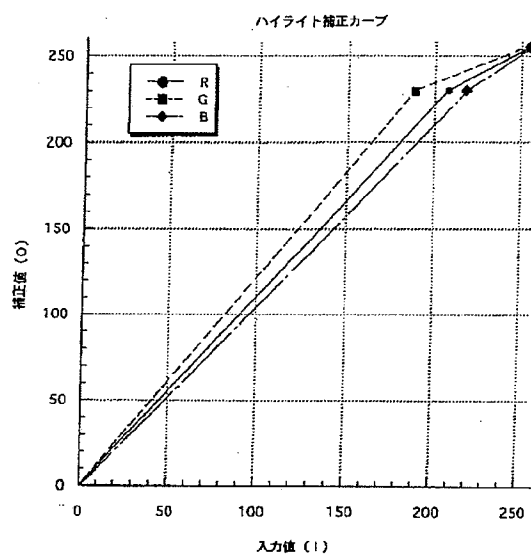
【図16】



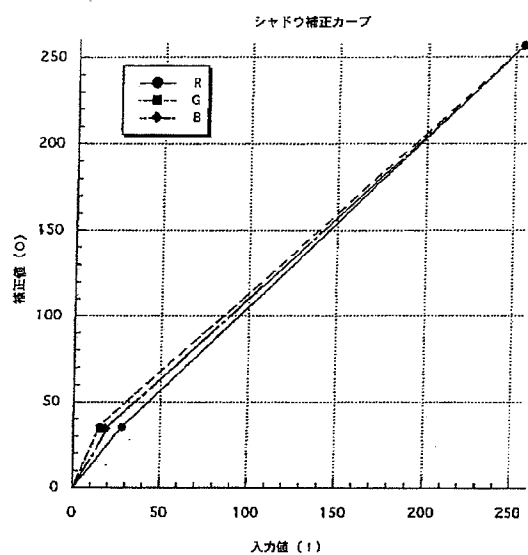
【図21】



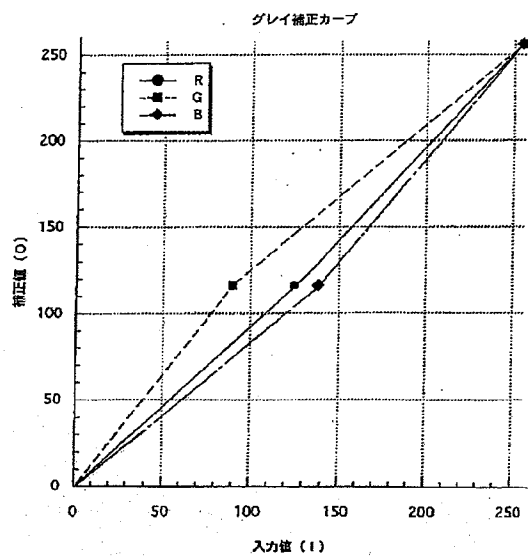
【図18】



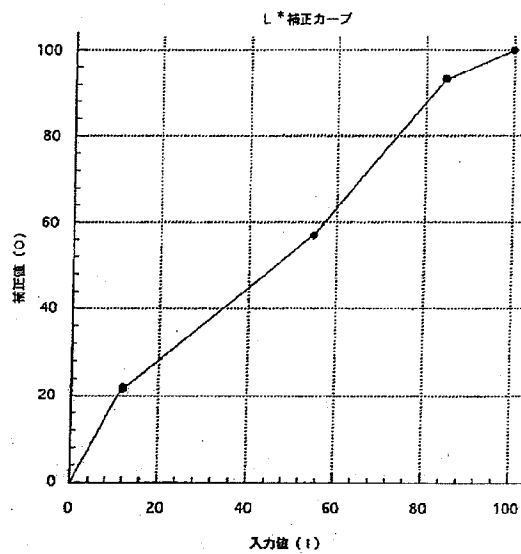
【図19】



【図20】



【図22】



【図23】

